

Summary of habilitation thesis “Communication and Computation Performance Optimization for Mobile Pervasive Systems” by Radu-Ioan Ciobanu

This thesis represents a summary of the research that I have been involved in at the Computer Science Department of the Faculty of Automatic Control and Computers at the University Politehnica of Bucharest (UPB). Its main focus is on communication and computation performance optimization for mobile pervasive systems. The thesis is a presentation of my work in this area, highlighting the most important scientific, academic, and professional results that I achieved. These results were successfully defended in various top conferences and high-impact journals and books. Most of the papers that present my research contain both theoretical and practical results, since the focus of my research has always been to solve real-life problems.

My PhD studies dealt with mobile networks, with a focus on opportunistic networking, where most nodes are mobile devices that can only communicate with each through close-range protocols such as Bluetooth or Wi-Fi Direct. In such a situation, routing a message becomes probabilistic, so various heuristics need to be employed. These heuristics must take into account as much context information as possible about the participating nodes, in order to increase the message hit rate and lower the delivery latency. The work presented in this thesis is a natural continuation of my PhD studies, because it takes things one step further by asking the question “What if, aside from mobile nodes, the network also contains edge devices, as well as a cloud backend?”. In this case, a mobile node that needs to send some data or perform some computations doesn't need to go directly to cloud, or directly to a neighboring node, but it can make an informed decision based on context and preferences.

We named this paradigm Drop Computing, and it is the main focus of this habilitation thesis, because there are a myriad of situations where it is needed and can be applied in real-life. Based on this paradigm, together with my collaborators, I devised novel solutions for data and computation offloading, data consistency, communication, etc., and then applied them to specific use cases. Furthermore, there is applicability for Drop Computing in two main directions that are also tackled in this thesis, namely ambient assisted living (AAL) and intelligent transportation systems (ITS). We show in this thesis the necessity of Drop Computing, as well as ways of deploying it for each particular use case.

The contributions presented here have led to important scientific achievements, resulting in 2 books, 10 chapters, 25 journal articles (12 Q1, 5 Q2, 13 as the main author, with a cumulated impact factor of 80.413), and 32 conference papers. My works were cited a total of 972 times, and I have a Hirsch factor of 18. Furthermore, after finishing my PhD in 2016, I have been (or still am, in some cases) a director or partner coordinator for one international (SmartAgriHubs) and three national projects (“Mobile Dissemination Platform”, TEL-MONAER, FARGO), a management committee member for two COST actions (CA19135 - CERCIRAS and CA16226 - Sheld-on), and a member in multiple other national and international projects. All this research has been done at the MobyLab laboratory at UPB, which I co-coordinate and where I believe we have managed to gather a group of top-level researchers that are interested in topics regarding pervasive systems. Furthermore, I also coordinate bachelor and master projects at MobyLab that manage to attract top students, which have led to multiple articles published in Q1/Q2 journals or A/B-class conferences.

Aside from my research, I also focused on academia, having taught so far several courses and practical laboratories at the Computer Science Department. Furthermore, I introduced three new courses in the curricula, which are tightly connected with the topic of this thesis, and which are now being updated every year in order to keep them relevant.

I sincerely believe that communication and computation performance optimization for mobile pervasive systems is a key component to solving many societal challenges, since it offers new possibilities for access to data and computing power. I have the utmost faith that the ideas presented here will be able to solve real-world problems in the near future.

Rezumatul tezei de abilitare „Communication and Computation Performance Optimization for Mobile Pervasive Systems” de Radu-Ioan Ciobanu

Această teză reprezintă un rezumat al cercetării în care am fost implicat la Departamentul de Calculatoare al Facultății de Automatică și Calculatoare din cadrul Universității Politehnica București (UPB). Accentul său principal este pe optimizarea performanței de comunicare și calcul pentru sistemele mobile pervasive. Teza conține o prezentare a muncii mele în acest domeniu, evidențiind cele mai importante rezultate științifice, academice și profesionale pe care le-am obținut. Aceste rezultate au fost susținute cu succes în diverse conferințe de top și reviste și cărți de mare impact. Majoritatea lucrărilor care prezintă cercetarea mea conțin rezultate atât teoretice, cât și practice, deoarece cercetarea mea a fost întotdeauna concentrată pe rezolvarea problemelor din viața reală.

Studiile mele de doctorat s-au ocupat de rețelele mobile, cu accent pe rețelele oportuniste, unde majoritatea nodurilor sunt dispozitive mobile care pot comunica unele cu altele doar prin protocoale de distanță mică, precum Bluetooth sau Wi-Fi Direct. Într-o astfel de situație, rutarea unui mesaj devine probabilistică, așa că trebuie folosite diverse euristici. Aceste euristici trebuie să țină cont de cât mai multe informații de context despre nodurile participante, pentru a crește rata de livrare a mesajelor și pentru a reduce latența. Lucrarea prezentată în această teză este o continuare firească a studiilor mele de doctorat, deoarece duce lucrurile cu un pas mai departe, punând întrebarea „Dar dacă, în afară de nodurile mobile, rețeaua conține și dispozitive de tip edge, precum și un backend cloud?”. În acest caz, un nod mobil care trebuie să trimită date sau să efectueze calcule nu trebuie să meargă direct către cloud sau către un nod învecinat, ci poate lua o decizie informată pe baza contextului și preferințelor.

Am numit această paradigmă Drop Computing și este punctul central al acestei teze de abilitare, deoarece există o multitudine de situații în care este necesară și poate fi aplicată în viața reală. Pe baza acestei paradigme, împreună cu colaboratorii mei, am conceput soluții noi pentru offloading de date și calcule, consistența datelor, comunicarea etc., și apoi le-am aplicat unor cazuri de utilizare specifice. Mai mult, există aplicabilitate pentru Drop Computing în două direcții principale care sunt, de asemenea, abordate în această teză, și anume „ambient assisted living” (AAL) și sistemele de transport inteligente (ITS). Arătăm în această teză necesitatea Drop Computing, precum și modalitățile de implementare a acestuia pentru fiecare caz de utilizare particular.

Contribuțiile prezentate în teză au condus la realizări științifice importante: 2 cărți, 10 capitole, 25 de articole de reviste (12 Q1, 5 Q2, 13 ca autor principal, cu un factor de impact cumulat de 80.413) și 32 de lucrări de conferință. Lucrările mele au fost citate în total de 972 de ori și am un factor Hirsch de 18. În plus, după ce am terminat doctoratul în 2016, am fost (sau încă sunt, în unele cazuri) director sau coordonator de partener pentru un proiect internațională (SmartAgriHubs) și trei proiecte naționale (“Mobile Dissemination Platform”, TEL-MONAER, FARGO), membru al comitetului de management pentru două acțiuni COST (CA19135 - CERCIRAS și CA16226 - Sheld-on), și membru în mai multe alte proiecte naționale și internaționale. Toate aceste rezultate au fost obținute în cadrul laboratorului MobyLab de la UPB, pe care îl coordonez și unde consider că am reușit să adunăm un grup de cercetători de nivel înalt care sunt interesați de subiecte referitoare la sistemele pervasive. În plus, coordonez și proiecte de licență și master la MobyLab, care reușesc să atragă studenți de top, ceea ce a dus la mai multe articole publicate în reviste Q1/Q2 sau conferințe de clasă A/B.

Pe lângă cercetare, m-am concentrat și pe partea academică, predând până acum mai multe cursuri și laboratoare la Departamentul de Calculatoare. În plus, am introdus trei noi cursuri în curricula, care sunt strâns legate de tema acestei teze, și care sunt acum actualizate în fiecare an pentru a le menține relevante.

Cred cu sinceritate că optimizarea performanței de comunicare și de calcul pentru sistemele mobile omniprezente este o componentă cheie pentru rezolvarea multor provocări societale, deoarece oferă noi posibilități de acces la date și putere de calcul. Am cea mai mare încredere că ideile prezentate în această teză vor putea rezolva problemele din lumea reală în viitorul apropiat.